Caldasia 25(1) 2003: 119-137

ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA Y ARBUSTIVA EN EL COSTADO ORIENTAL DE LA SERRANÍA DE CHÍA (CUNDINAMARCA, COLOMBIA)

Structure of the arboreal and shrubby vegetation of the Eastern flank of the Serranía de Chía (Cundinamarca, Colombia)

Sandra P. Cortés-S.
Programa de doctorado en Biología. Biodiversidad y Conservación. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Apartado 7495, Bogotá, D.C., Colombia. sanpicor@yahoo.com

RESUMEN

Se presentan los datos estructurales de los matorrales y los bosques de tipo secundario de la Serranía de Chía-Cundinamarca, en los cuales se registró la altura, el diámetro y la cobertura de las especies leñosas. El análisis estructural permitió diferenciar la vegetación leñosa en: Matorrales bajos (altura promedio 1.06m, con un rango de densidad entre 1.05-3.1 individuos/m² y número de especies leñosas entre 3 y 9). Matorrales altos (altura promedio 2.85, densidad 0.66-2.28 indiv./m², especies leñosas entre 6 y 11). Matorrales rosetosos (altura promedio 1.32m, rango de densidad 0.55-1.85 indiv./m² y entre 3 y 18 especies leñosas). Bosque andino de zonas altas (rango de altura máxima del dosel 8.5-12m, rango de densidad 0.34-0.96 individuos/m² y especies arbóreas entre 13 y 23); los valores de IPF más altos son para *Weinmannia tomentosa* (74.34), seguida de *Cavendishia bracteata* (26.76), *Miconia ligustrina* (19.11), *Diplosthephium rosmarinifolium* (19.03) y de IVI son para *Miconia squamulosa* (45.3), *W.tomentosa* (25.85), *C.bracteata* (15.15) *Myrsine guianensis* (12.51). Bosque andino de zonas bajas (altura máxima del dosel 8-10m, densidad 0.28-0.6 individuos/m²), los IPF más altos son de *Xylosma spiculifera* (54.45), *Daphnopsis caracasana* (28.66), *Durantha mutisii* (38.11), *Piper barbatum* (32.30) y en IVI son para *X.spiculifera* (23.55), *Vallea stipularis* (13.77), *P.barbatum* (12.07).

Palabras clave. Bosques andinos, estructura, matorrales, recuperación, topografía.

ABSTRACT

In this article the structural data of the scrubs and the forests of secondary type of the Serranía of Chía-Cundinamarca are presented, in which its registered the height, the diameter and the covering of the woody species. The structural analysis allowed to differentiate the woody vegetation in: Low scrubs (height average 1.06m, with a range of density between 1.05-3.1 individual/m² and number of woody species between 3 and 9). High scrubs (height average 2.85, density 0.66-2.28 indiv. /m², woody species between 6 and 11). Scrubs rosetosos (height average 1.32m, range of density 0.55-1.85 indiv. /m² and between 3 and 18 woody species). Andean forest of high areas (range of maximum height of the canopy 8.5-12m, range of density 0.34-0.96 individual/m² and arboreal species between 13 and 23); the values of higher IPF are for *W. tomentosa* (74.34), followed by *Cavendishia bracteata* (26.76), *Miconia ligustrina* (19.11), *Diplosthephium rosmarinifolium* (19.03) and of IVI they are for *Miconia squamulosa* (45.3), *Weinmannia tomentosa* (25.85), *C.bracteata* (15.15*) Myrsine guianensis* (12.51). Andean Forest of low areas (maximum height of canopy 8-10m, density 0.28-0.6 individuos/m²); the highest IPF is of *X. spiculifera* (54.45), *Daphnopsis caracasana* (28.66), *Durantha mutisii* (38.11), *Piper barbatum* (32.30) and in IVI they are for *Xylosma spiculifera* (23.55), *Vallea stipularis* (13.77), *P.barbatum* (12.07).

Key words. Andean forests, structure, scrubs, recovery, topography.

INTRODUCCIÓN

La Serranía de Chía pertenece a los municipios de Cota y Chía, los cuales son considerados como “lugares dormitorio y /o centros alternativos de desarrollo urbano” de la ciudad de Bogotá (CES-SENA 1992) y, al igual que la planicie, han sufrido una gran presión de tipo urbanístico, lo que ha ocasionado, en cuanto al medio natural, el empobrecimiento del suelo, la desaparición de las fuentes de agua, la disminución de la cobertura vegetal nativa y la degradación de los ecosistemas naturales y seminaturales, lo que implica una grave pérdida de los recursos naturales de este sector de la región andina. Pese a la drástica transformación del paisaje, los remanentes de vegetación que aún existen en estas localidades, guardan todavía elementos dominantes y asociados de las comunidades vegetales originales (Cortés *et al.* 1999), de los cuales se hace necesario conocer sus aspectos estructurales de manera que sirvan como elementos ecológicos de juicio en los planes de restauración ecológica.

Se entiende la estructura de la vegetación como el patrón espacial de distribución de las plantas (Barkman 1979), y a la caracterización de una agrupación vegetal de especies leñosas se llega a través de la definición de su ordenamiento vertical y horizontal. El primer caso (ordenamiento vertical) consiste en la identificación de los estratos que presenta el grupo vegetal con la utilización básica del parámetro altura que en conjunto con cobertura permite un análisis complementario de la dominancia energética según la disposición vertical (Rangel & Velázquez 1997). El ordenamiento horizontal se analiza a través de la densidad, la abundancia, el DAP y la cobertura, entre otros.

En esta contribución se presentan los patrones estructurales para la vegetación arbustiva y arbórea de la zona, junto con aspectos relacionados con su ubicación en el gradiente altitudinal y topográfico.

Área de estudio

El estudio se realizó en un sector de la vertiente oriental de la Serranía de Chía que comprende varias elevaciones como el Cerro Las Águilas (2890 m), el Cerro de la Cruz (2800 m) y el más alto correspondiente al Cerro Manjuy (3100m), en una extensión aproximada de 8 km de Norte a Sur, entre los 4°54’ y 4°50’ N y 74°06' y 74°03' W, en la Cordillera Oriental, en el altiplano de Bogotá.

Geológicamente pertenece a la formación Guadalupe (Cretáceo superior). El valle es un sinclinal rellenado por sedimentos cuaternarios predominantemente arcillosos en los que se intercalan algunas arenas; la planicie central está dividida en lacustre y de inundación (Vega & González 1984). En el sur y en la parte media de la serranía se presentan entisoles muy superficiales, con drenaje excesivo, finos y franco finos y sectorialmente con pequeñas áreas de cenizas volcánicas. Hacia el norte predominan los andisoles, de profundidad variable y buen drenaje. En la base de la ladera hacia el sur hay suelos profundos, sectorialmente superficiales, bien drenados, derivados de ceniza volcánica y areniscas (IGAC-ORSTROM 1984, Gaviria 1998).

El régimen de distribución de las lluvias en la región es de tipo bimodal. Según la clasificación de Thornthwaite la zona de estudio está dentro de las zonas semisecas de la sabana, con una precipitación anual entre 800 y 900 mm. Los meses de mayor precipitación en el costado oriental son abril y mayo y octubre y noviembre (Claro-R. 1995).

METODOLOGÍA

Los sitios de muestreo se seleccionaron con observaciones directas en campo, fotointerpretación y revisión de cartas generales IGAC. Para el muestreo de la vegetación se realizaron parcelas en parches de vegetación natural con relativa homogeneidad y extensión. La superficie de las parcelas osciló entre 20 y 60 m² para matorrales y entre 100 y 200 m² para bosques. Para los individuos leñosos se registraron los datos de abundancia, altura (por cálculo visual, en metros), diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP, en centímetros) y cobertura, esta última se estimó en metros cuadrados, en los estratos altos se tomó para cada individuo por cálculo directo, para los estratos inferiores la estimación se hizo por especie en relación al área total de muestreo. En cada parcela según la altura, se diferenciaron los estratos: Rasante (r):<0.3 m; Herbáceo (h): 0.31 – 1.5 m; Arbustivo (ar):1.51 – 5 m; Subarbóreo (Ar): 5.1-12 m; Arbóreo inferior (Ai): 12.1 – 25 m. Los resultados se presentan en diagramas estructurales según Rangel & Lozano (1986) y Rangel & Velásquez (1997).

Para bosques y matorrales altos se analizó la distribución de frecuencias del parámetro cobertura (individuos con DAP ≥ 2.5 cm), la distribución de frecuencias para altura y diámetro se analizó sólo para bosques con la misma restricción de DAP. Se establecieron intervalos de clase así: para la cobertura y la altura se proponen los límites teniendo en cuenta los valores máximos y mínimos presentes en el total de individuos censados para poder establecer comparaciones entre las diferentes parcelas. En el parámetro DAP se siguieron los rangos propuestos para análisis estructural en bosque neotropical de montaña (Schneider 2001). Para los bosques se calculó el índice de predominio fisionómico (I.P.F.) (Rangel & Garzón 1994) y el índice de Valor de Importancia (I.V.I., Finol 1976) en individuos con DAP ≥ 2.5 cm. El material botánico colectado fue procesado y depositado en el Herbario Nacional Colombiano (COL), bajo la numeración de la autora (SC). Las determinaciones se realizaron con claves taxonómicas, revisión de ejemplares de herbario y consulta con los especialistas de COL y la Universidad de Antioquia (HUA).

RESULTADOS

Para el análisis y la presentación de los resultados, las parcelas se han agrupado según su sintaxonomía, fisionomía, altitud y unidad topográfica, en esta última se han determinando cuatro unidades principales: cimas de montaña, laderas, hondonadas y base de montaña. Según la fisionomía de la vegetación leñosa en el área de estudio y su caracterización florística (Cortés *et al.* 1999), se diferenciaron matorrales y bosques con características estructurales y de distribución que se detallan más adelante.

Estructura vertical y horizontal

Matorrales

Formaciones vegetales constituidas principalmente por arbustos; su densidad aunque es variable, tiende a presentar valores altos; de acuerdo con su altura y hábito de crecimiento en el área de estudio se pueden diferenciar matorrales bajos, rosetosos y altos, que corresponden a las asociaciones Baccharido rupicolae-Dodonaeetum viscosae, Chaetolepido microphyllae-Espeletiopsietum corymbosae y a la alianza Myrcianto leucoxylae-

Miconion squamulosae respectivamente, según Cortés *et al.* 1999.

Matorrales bajos. Son aquellos que no superan los 1.5 m de altura, se distinguen dos estratos, el herbáceo y el rasante. El primero con mayor frecuencia es el dominante, llegando a tener coberturas del 100% (x =73%), el rasante es subdominante (x = 87.6%). En los estados sucesionales más avanzados estos matorrales son muy densos, mientras que en las etapas iniciales de colonización se ven arbustos dispersos sobre herbazales y pastizales de cierto tiempo de abandono (Fig. 1). Se encuentran en suelos superficiales de la planicie y laderas bajas hasta 2750 m; cubren extensas zonas de manera continua o en parches que son definidos por la actividad humana de los alrededores. En este tipo de matorral se censó un total de 349 individuos leñosos, con densidades entre 1.05 y 3.1 individuos por m^2. Las especies más abundantes son *Dodonaea viscosa, Baccharis rupicola* y *Stevia lucida* (Tabla 1).

Matorrales rosetosos. Están conformados por especies de hábito arbustivo y/o en roseta, con individuos hasta de 3 m de alto y que se ubican principalmente en zonas altas con alguna influencia del fuego en el pasado. Se aprecian como frailejonales arbustivos que presenta una mezcla de elementos florísticos en estado arbustivo del bosque andino como *Ilex kunthiana, Clethra fimbriata* y *Cavendishia bracteata* (hasta de 3 m de altura), junto con especies del subpáramo como *Espeletiopsis corymbosa*, *Puya lineata* (rosetofilas) y *Calamagrostis effusa*. El estrato herbáceo presenta la cobertura dominante (x = 71%), seguido por el rasante (x = 33%) y el arbustivo (x = 17%). Se distribuyen en las cimas y laderas altas del sistema montañoso y a primera vista son de aspecto abierto pero los estratos inferiores son muy densos; en este tipo de matorral se censaron 190 individuos leñosos con densidades entre 0.55 y 1.84 individuos por m^2, siendo las especies de mayor abundancia *Puya lineata* y *Espeletia corymbosa,* en los estados sucesionales más avanzados los arbustos son más frecuentes (Fig. 1, Tabla 1).

Matorrales altos. Su altura llega a 5 m, presentan entre tres y cuatro estratos desde el rasante hasta el subarbóreo, a este último contribuyen elementos emergentes individuales que pueden alcanzar 7 m altura, pero la altura promedio está alrededor de los 3 m. El estrato dominante es el arbustivo (x = 81%), le sigue el rasante (x = 65%), el herbáceo (x = 45%) y el subarbóreo (x = 12%). Las etapas serales más jóvenes muestran mayor cobertura en los estratos herbáceo y arbustivo (cercanas al 100%).

En las zonas con pendientes inferiores a 20°, los elementos subarbóreos son escasos y predomina un estrato arbustivo muy denso con coberturas superiores al 80% (especialmente en los estados más avanzados de recuperación). La cobertura de los estratos herbáceo y rasante varía entre 15 y 50% y 20 y 100%, respectivamente(Fig. 1). En pendientes superiores a 50° la estructura de estos matorrales se muestra más irregular, con un mayor cubrimiento de elementos subarbóreos. Los arbustos superan el 50% de cobertura y los estratos herbáceo y rasante superan el 80%.

En los matorrales altos se midió un total de 367 individuos leñosos, con densidades entre 0.66 y 2.28 individuos por m^2 de los cuales el 62.4% (228 individuos) presentó un DAP≥2.5 cm con representación de 29 especies (Tabla 2).

La cobertura de los matorrales altos muestra una clara tendencia a tener mayor número de individuos en las clases más pequeñas, especialmente cuando se utiliza la totalidad de los individuos censados en la parcela; cuando se seleccionan sólo los individuos con DAP ≥ 2.5 cm las tendencias se pierden y sólo se marcan en las parcelas que

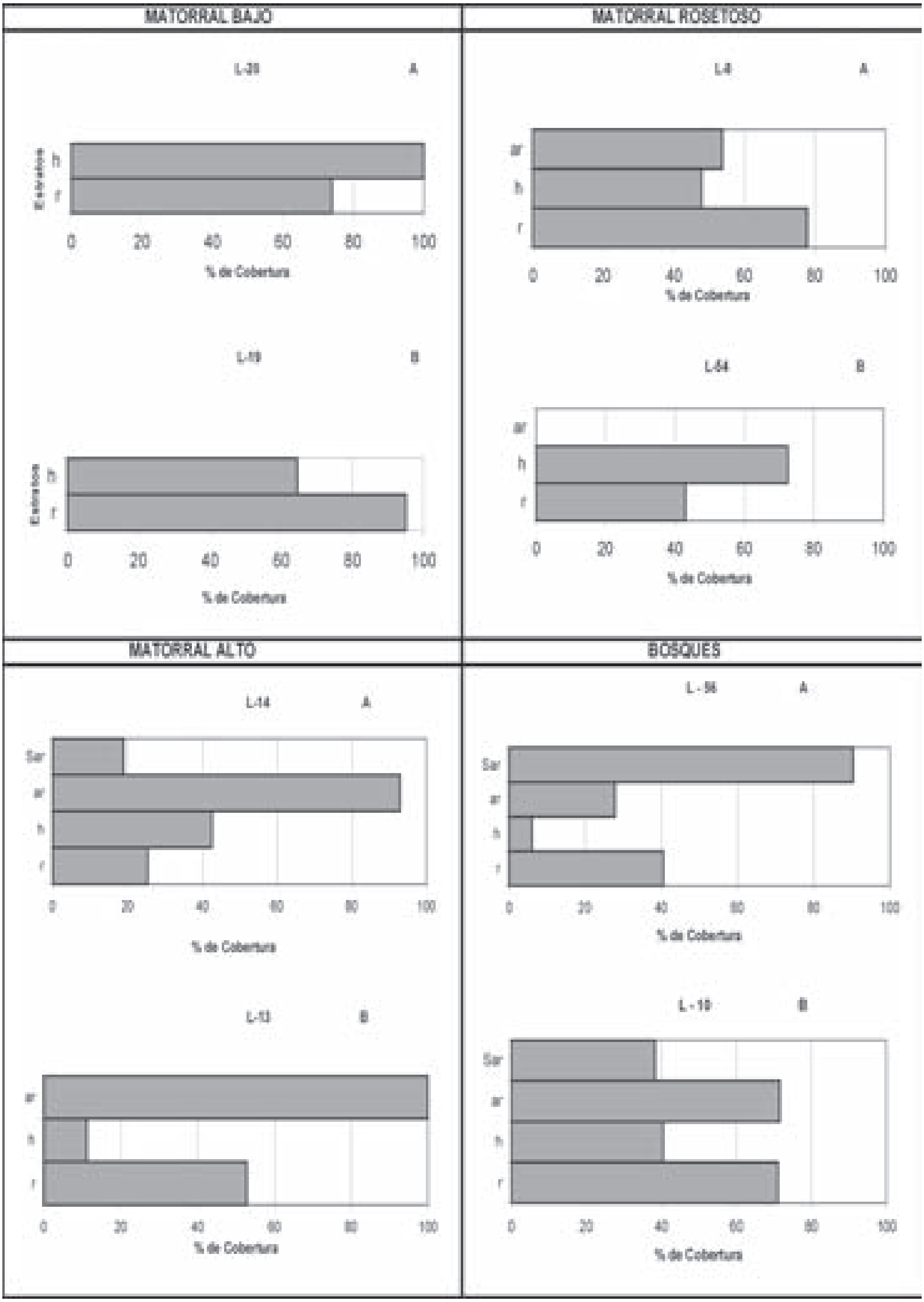


Figura 1. Diagramas estructurales de los diferentes matorrales y bosques en estado avanzado (A) e inicial (B) de desarrollo.

Tabla 1. Características generales de las parcelas de matorrales bajos y rosetosos. Matorrales bajos (MB) correspondientes a la asociación Baccharido rupicolae-Dodonaeetum viscosae; Matorrales rosetosos (MR) de la asociación Chaetolepido microphyllae-Espeletiopsietum corymbosae.

Nº Parcela	Área (m^2)	Nº Total de especies	Nº de especies leñosas	Nº Individuos leñosos	Densidad indiv./m^2	Altura promedio (m)	Esp.leñosa más adundante (densidad indiv./m^2)	Altitud (m.s.n.m.)
MB-19	20	30	5	42	2.1	1.09	*Dodonaea viscosa* (1,5)	2590
MB-30	20	39	4	26	1.3	0.97	*Dodonaea viscosa* (0,8)	2600
MB-45	20	27	4	33	1.65	1.09	*Stevia lucida* (0,6)	2660
MB-20	20	44	7	57	2.85	1.01	*Dodonaea viscosa* (1,45)	2690
MB-18	20	22	4	21	1.05	1.02	*Dodonaea viscosa* (0,55)	2690
MB-44	20	13	3	23	1.15	0.99	*Stevia lucida* (0,5)	2750
MB-11	20	22	9	62	3.1	1.14	*Dodonaea viscosa* (1,75)	2770
MB-9	20	18	4	46	2.3	1.18	*Dodonaea viscosa* (2,15)	2770
MB-21	20	32	5	39	1.95	1.03	*Baccharis rupicola* (0,75)	2775
MR-53	20	17	4	_	_	_	*Puya lineata* (0,2)	2720
MR-50	20	31	11	36	1.8	1.3	*Vernonia karstenii* (0,45)	2770
MR-54	20	23	6	_	_	_	*Espeletiopsis corymbosa* (0,2)	2780
MR-8	50	26	18	43	0.86	1.49	*Clethra fimbriata* (0,16)	2880
MR-55	20	32	5	_	_	_	*Espeletiopsis corymbosa* (0,2)	2880
MR-34	20	28	5	16	0.8	1.075	*Myrcianthes leucoxyla* (0,3)	2900
MR-47	20	20	3	11	0.55	1.19	*Hesperomeles goudotiana* (0,35)	2910
MR-25	25	24	13	46	1.84	1.67	*Cavendishia bracteata* (0,48)	2920
MR-28	20	17	6	16	0.8	1	*Espeletiopsis corymbosa* (0,35)	2950
MR-26	20	31	4	12	0.6	1.47	*Espeletiopsis corymbosa* (0,25)	2970
MR-27	20	26	5	10	0.75	1.35	*Espeletiopsis corymbosa* (0,5)	2990

Tabla 2. Características de las parcelas de muestreo de matorral alto y bosque, ubicación, altura y densidad. Vegetación de la alianza Myrcianto leucoxylae-Miconion squamulosae que abarca el bosque andino alto (BC) correspondiente a la asociación Miconio ligustrinae-Weinmannietum tomentosae; Bosque andino bajo en hondonada (BH), en ladera (BL), en la base de la montaña (BB) correspondientes a la asociación Daphnopsio caracasanae-Xylosmetum spiculiferae y los matorrales altos (MAC) de cima, (MAL) ladera, (MAB) y de base de montaña.

Nº Parcela	Unidad de Topografía	Altitud (m.s.n.m.)	Area de muestreo (m^2)	Altura max. (m)	Promedio de altura	Nº indiv. U. Top. total	Nº indiv. total	Densidad indiv/m^2
BC-10	CIMA	2960	200	10	4.2	356	203	1.0
BC-40	CIMA	2960	200	9.5	4.7		153	0.8
BH-56	HONDONADA	2850	200	12	7.1	437	108	0.5
BH-24	HONDONADA	2830	200	9	5.2		329	1.6
BL-36	LADERA	2800	200	8.5	4.9	260	184	0.9
BL-23	LADERA	2790	200	10	5.2		76	0.4
BB-38	BASE DE MONTAÑA	2660	50	8	5.0	131	42	0.8
BB-39	BASE DE MONTAÑA	2650	200	10	6.0		89	0.4
MAC-3	CIMA	2990	25	5.5	2.59	34	34	1.4
MAL-12	LADERA	2870	50	7	3.86	33	33	0.7
MAB-5	BASE DE MONTAÑA	2620	60	6	2.88		93	1.6
MAB-2	BASE DE MONTAÑA	2690	25	4.5	2.29		31	1.2
MAB-13	BASE DE MONTAÑA	2670	25	5	2.48	300	57	2.3
MAB-14	BASE DE MONTAÑA	2610	60	6.5	2.51		86	1.4
MAB-22	BASE DE MONTAÑA	2620	50	6	3.4		33	0.7

presentan mayor número de individuos por área. En los matorrales de cima de montaña, las especies con DAP $\geq$ 2.5 cm con altos valores de cobertura y mayor abundancia son *I. kunthiana, Miconia ligustrina* y *W. tomentosa*. En los matorrales de ladera las especies con mayor abundancia y valores de cobertura son *Myrica parvifolia, W. tomentosa*, *Viburnum tinoides* y *Macleania rupestris*, mientras que en los matorrales de base de montaña, las especies con mayores valores son *Xylosma spiculifera, Daphnopsis caracasana, Miconia squamulosa, Myrcianthes leucoxyla, Verbesina* sp. y *Cordia cylindrostachya*.

Bosques

Para fines de este escrito y entrando en el contexto de los bosques alrededor de la sabana de Bogotá, se entiende este tipo fisionómico como aquellas formaciones vegetales con predominio de árboles que alcanzan el estrato subarbóreo (> 5m) y superiores, siendo sus coberturas las dominantes. Florísticamente se definen dos tipos de bosque el **bosque andino de zonas altas** (altitud >2800m) y el **bosque andino de zonas bajas** (altitud < 2800m) y que respectivamente conforman las asociaciones Miconio ligustrinae-Weinmannietum tomentosae y Daphnopsio caracasanae-Xylosmetum spiculiferae comprendidas en la alianza Myrcianto leucoxylae-Miconion squamulosae, según Cortés *et al.* (1999).

En general los bosques de la Serranía de Chía presentan cómo máxima altura 12 m y el mayor porcentaje de individuos está entre 4 y 5.99 m de altura; el estrato dominante es el subarbóreo (x =58%), seguido del rasante (x = 41%), el arbustivo (x =38%) y finalmente el herbáceo (x = 11%). Los bosques en estado de recuperación temprana muestran una abundante cobertura en los estratos rasante, herbáceo y arbustivo, el dosel es inferior al 50 % de cobertura. Bosques con doseles mas cerrados (más del 80%) muestran los estratos inferiores con coberturas menores al 40% (Fig. 1 y 2).

Bosque andino alto. Altura: en bosques de zonas altas (cimas de montaña) los elementos arbóreos presentan los valores modales más bajos de altura respecto a los de otras altitudes y topografía en el área de estudio. Las clases de altura que muestran mayor abundancia relativa son las que agrupan los individuos menores a 6 m (74%), solo el 4% de los individuos es mayor a 8 m. El estrato subarbóreo (x = 41%), rasante (x = 48%) y arbustivo (x = 57%) presentan los mayores porcentajes de cobertura, siendo menores en el estrato herbáceo (x = 21%) (Fig. 2 y 3). Los árboles con mayor altura son *Myrsine guianensis, Myrica parvifolia, Vallea stipularis, Weinmannia tomentosa, Axinaea macrophylla, Diplostephium rosmarinifolium* y *Myrcianthes leucoxyla.*

Cobertura: más del 78% de los individuos presenta valores inferiores al 1%, las especies con mayor frecuencia en este intervalo son las ericáceas de los géneros *Cavendishia* y *Macleania*, seguidas de arbolitos de *Miconia ligustrina, Myrsine guianensis, W. tomentosa* e *I. kunthiana*; luego los valores disminuyen drásticamente, con muy pocos representantes en las clases de mayor cobertura. Coberturas individuales superiores al 4% se presentan en árboles de *W. tomentosa, I. kunthiana, Pentacalia pulchella y Diplostephium rosmarinifolium* (Fig. 3).

Diámetro (DAP): La tendencia general en estos bosques es a presentar mayor abundancia de individuos en la clase de menor diámetro, sus valores de abundancia decrecen hacia las clases de mayor DAP; en los bosques de cima esta tendencia está muy marcada, el

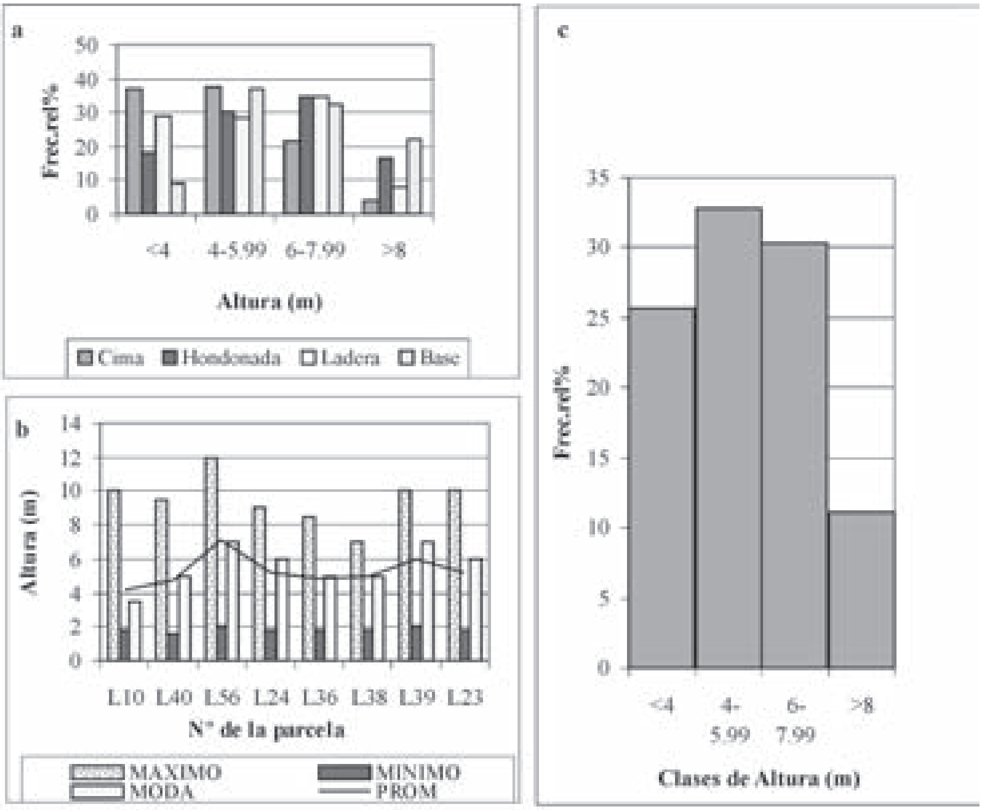


Figura 2. a-Altura del bosque en las diferentes unidades topográficas; b-Comparación del parámetro altura para cada parcela de bosque; c-Clases de altura del conjunto de bosques de la serranía de Chía.

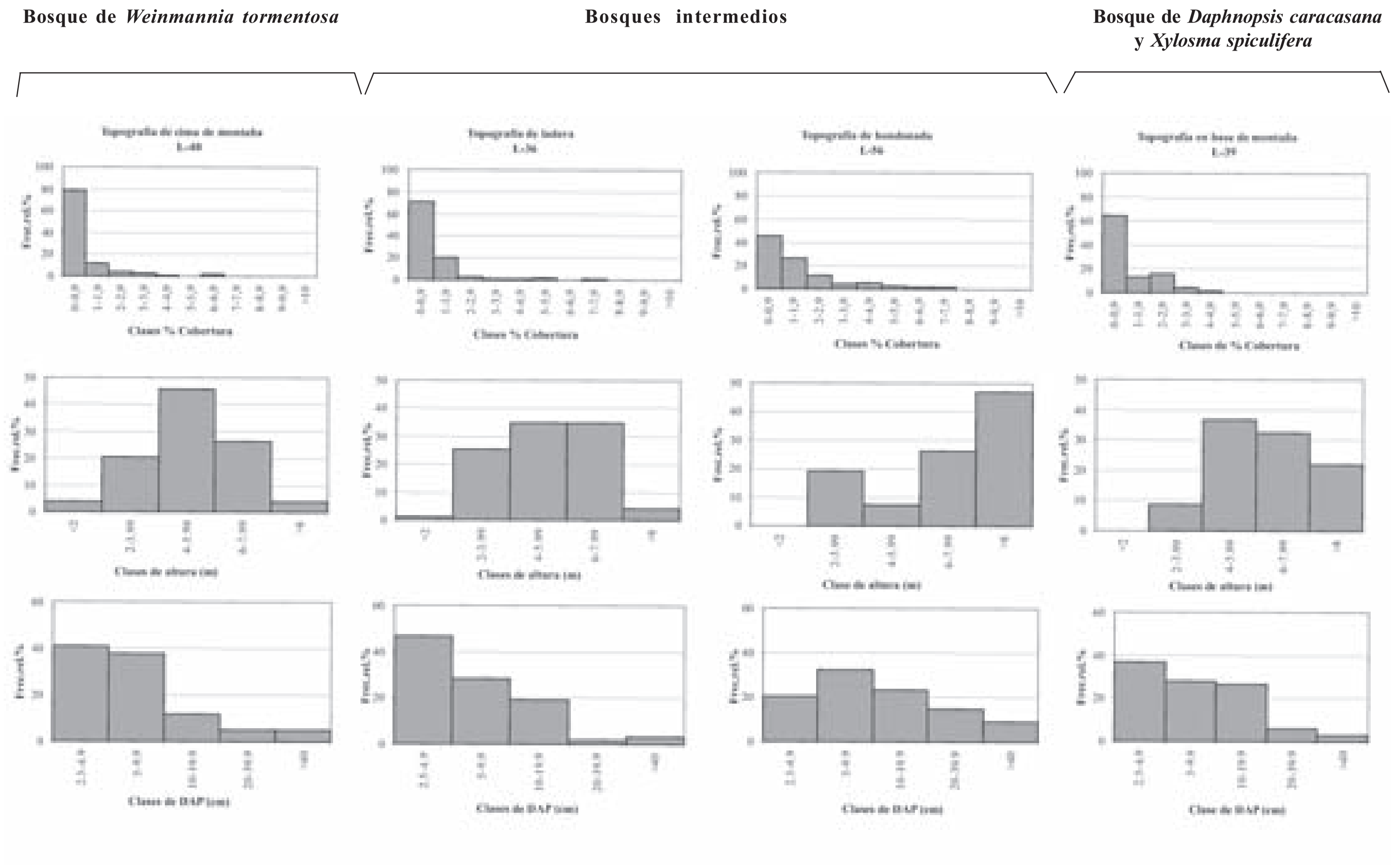


Figura 3. Parámetros estructurales de los diferentes tipos de bosques y unidades topograficas de la Serranía de Chía.

79% del total de los individuos presentan menos de 10 cm de DAP. Las especies con mayores valores de DAP son *W. tomentosa, Diplostephium rosmarinifolium, Vallea stipularis* y *Myrcianthes leucoxyla.*

Bosque andino bajo. Altura: en bosques de altitudes intermedias y en ambientes topográficos de hondonada las clases de altura entre 4 y 7.9 m son las más abundantes (x = 64%), la clase mayor representa en promedio sólo el 26.4% de los árboles censados; el estrato subarbóreo es denso en cobertura (x = 93%), seguido por el estrato arbustivo (x = 43%), luego el rasante (x = 40%) y el herbáceo (x = 5%). (Fig. 2 y 3). Las especies arbóreas de mayor altura son *Myrsine guianensis, Oreopanax floribundum, Miconia squamulosa, Cordia cylindrostachya, Barnadesia spinosa, Vallea stipularis, W. tomentosa, X. spiculifera, Viburnum tinoides, Daphnopsis caracasana, Piper barbatum* y *Duranta mutisii.*

En los bosques ubicados en la ladera la abundancia de la segunda, tercera y cuarta clase de altura muestra valores muy cercanos (entre 25 y 35%) con sólo un 4% de individuos superior a 8 m de alto con especies como *Daphnopsis caracasana, X. spiculifera, Myrcianthes leucoxyla, Miconia squamulosa* y *Piper barbatum.* El estrato subarbóreo está presente con valores inferiores al 60%, al igual que el arbustivo con valores inferiores al 40%, le siguen los estratos rasante (24%) y herbáceo (14%).

Siguiendo el gradiente altitudinal se observa que en los bosques ubicados cerca y en la base de la montaña las clases de altura entre 4 y 7.99 están muy bien representadas (x = 74%); la clase de mayor altura presenta el mayor porcentaje de abundancia respecto a los otros tipos de bosque (22%) y en ella se encuentran *Phyllanthus salviaefolia, O. floribundum, Piper barbatum, Cordia cylindrostachya, Myrsine guianensis* y *X. spiculifera.* El estrato subarbóreo de estos bosques cubre menos del 55%, un estrato arbustivo inferior al 40%, estrato herbáceo con cobertura inferior al 10% y el estrato rasante con coberturas entre 20 y 90% (Fig. 2 y 3). El estrato arbóreo inferior empieza a surgir con elementos individuales que aún no aportan coberturas significativas en los diagramas estructurales y por ello se han sumado al estrato subarbóreo.

Cobertura: en los bosques sobre hondonada se aprecia también la tendencia de "J" invertida. Los individuos con menores valores presentan mayor frecuencia (>40%), en esta clase las especies más abundantes son *Smallanthus pyramidalis, Miconia squamulosa, Vallea stipularis, Barnadesia spinosa, Myrsine guianensis* y representantes de la familia Rubiaceae como *Psychotria boqueronensis* y *Palicourea lineariflora*. Las mayores coberturas se encuentran en individuos de *Daphnopsis caracasana, Viburnum tinoides, Piper barbatum, Vallea stipularis* y *X. spiculifera* (Fig. 3).

En los bosques sobre ladera de montaña, la tendencia de "J" invertida es muy evidente con más del 70% de individuos con coberturas menores al 1%, con mayor abundancia de especies como *Miconia squamulosa, Psychotria boqueronensis* y *X. spiculifera.* Los intervalos de mayor cobertura presentan valores inferiores al 3% o clases totalmente desiertas, los árboles que están en las últimas clases con mayores porcentajes de cobertura son *Daphnopsis caracasana, X. spiculifera, Miconia squamulosa, O. floribundum* y *Myrcianthes leucoxyla*.

Hacia la base de la montaña se observa también la tendencia a mayores frecuencias en las clases de menor cobertura. En la primera clase (x = 63%) las especies con mayor frecuencia son *Miconia squamulosa, X. spiculifera, Psychotria boqueronensis* y *Piper barbatum*. Los árboles que de manera individual presentan las mayores coberturas son *X. spiculifera, Durantha mutisii, Cordia cylindrostachya* y *Myrcianthes leucoxyla*.

Diámetro (DAP): los bosques de hondonada presentan cerca del 80% de los individuos en las tres primeras clases de DAP, en la cuarta clase (20-39.9 cm) estos bosques son los que presentan un mayor número de representantes; en los bosques de ladera la situación es similar y sólo en 5% de los individuos se encuentra en las últimas dos clases de DAP, en los bosques de base de montaña, las tres primeras clases presentan abundancias similares y un bajo porcentaje (x = 6.15%) se ubica en las últimas dos clases (Fig. 4).

A nivel de los bosques de hondonada y ladera, es interesante anotar que su ubicación intermedia en el gradiente altitudinal favorece que se presenten dentro de las clases dominantes por DAP, especies típicas de zonas altas junto con las de zonas bajas como por ejemplo *W. tomentosa* elemento de cima de montaña junto con *Daphnopsis caracasana* y *X. spiculifera* elementos de zonas bajas, en mezcla con especies de amplia distribución en el gradiente altitudinal como *Miconia squamulosa, O. floribundum* y *Piper barbatum*. En los bosques de ladera además se presenta *Myrsine coriacea* y en los de hondonada *Palicourea lineariflora* y *Viburnum tinifolium*, mientras que hacia la base de la montaña las especies que presentan mayores valores de DAP son *X. spiculifera, Cordia cylindrostachya* y *Duranta mutisii*.

Se observó la tendencia de algunas especies arbóreas a presentar varios troncos o fustes; el porcentaje de árboles con DAP ≥ 2.5 cm con más de un tronco en el total de las parce-

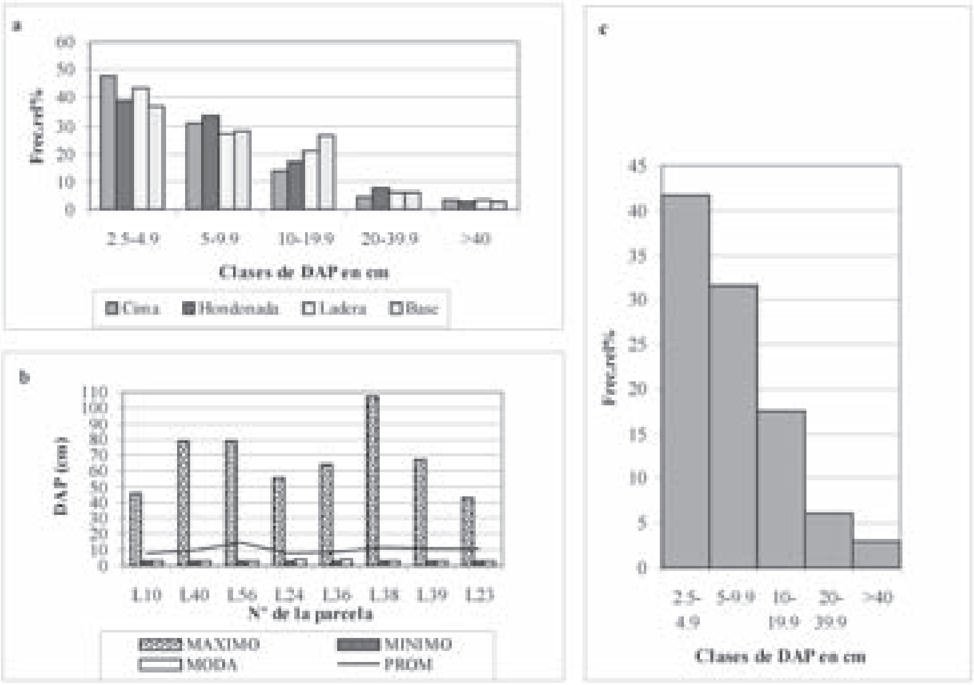


Figura 4. a-Clases diamétricas (DAP) en las diferentes unidades topográficas; b-Comparación del parámetro diámetro para cada parcela de bosque; c-Clases diamétricas (DAP) del conjunto de bosques de la serranía de Chía.

las de bosque es de 56% que incluye a 38 especies, presentando valores para cada parcela entre 43 y 63% y con más de dos troncos un valor entre 21 y 35%. La especie que más presentó esta característica fue *Miconia squamulosa* que representa el 22% de todos los individuos con varios troncos, seguida por *X. spiculifera* (7.7%), *C. bracteata* (7%), *W. tomentosa* (6.3%), *Vallea stipularis* (4.3%) y *Barnadesia spinosa* (2.9%), sin observarse ninguna tendencia en relación con el gradiente altitudinal o la topografía.

Densidad e índices estructurales en el bosque andino

Densidad: en las parcelas de bosque, el total de individuos leñosos medidos fue 1184 correspondientes a 68 especies, de los cuales el 62.3% (738 individuos de 49 especies) presentó un DAP ≥2.5 cm con 224 individuos en los bosques de cima; en los bosques por debajo de los 2800 m se registraron 155 en bosques de ladera, 261 en bosque de hondonada y 98 individuos en los de base de la montaña. La sumatoria de la densidad en el total de parcelas y extrapolando a 1ha es 5090 individuos con un rango entre 207 y 1331 individuos leñosos con DAP ≥2.5 cm por hectárea; los bosques de hondonada y cima son los que presentan las más altas densidades (Tablas 2 y 3).

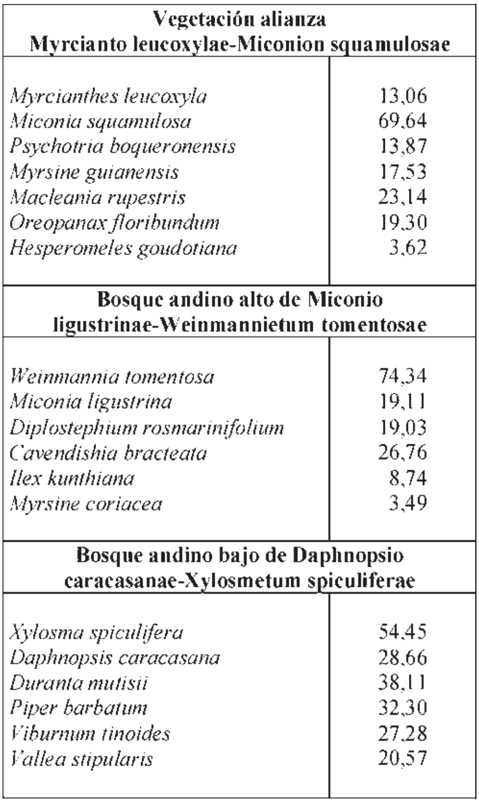
Índice de Predominio Fisionómico (I.P.F.): en los bosques de cima de montaña se encontraron por parcela entre 16 y 20 especies arbóreas, los mayores valores de I.P.F. los alcanza *W. tomentosa*, seguida por *Miconia ligustrina, Myrsine guianensis, Diplostephium rosmarinifolium, Myrcianthes leucoxyla* y *Pentacalia pulchella*. Las ericáceas arbustivas que alcanzan los estratos altos como *C. nítida, C. bracteata* y *Macleania rupestris* logran valores altos de densidad (Tabla 4).

Los bosques por debajo de 2800 m y sobre ladera presentan 18 especies de árboles, los mayores valores de I.P.F. en orden descendente son para *X. spiculifera*, *Viburnum tinoides, Miconia squamulosa*, *O. floribundum* y *Myrcianthes leucoxyla*; las dos primeras especies en la mayoría de los casos alcanzan los valores más altos en los parámetros independientes. *Miconia squamulosa* alcanza la mayor densidad relativa seguida de *Myrcianthes leucoxyla* y *Psychotria boqueronensis*. En cuanto a la cobertura después de las dominantes están *Myrcianthes leucoxyla* y *O. floribundum* que tienen valores superiores al 12%. Los mayores valores de dominancia relativa son de *X. spiculifera* seguido por *O. floribundum, Myrsine coriacea* y *Viburnum tinoides.* Los

Tabla 3. Número de individuos, número de tronco múltiples y densidad de individuos ≥ 2.5cm.

Nº Parcela	Unidad de Topografía	Nº indiv. U. Topogr.	Nº indiv_	% indiv. con troncos multiples	Nº especies arbóreas	Densidad indiv./m²
BC-10	CIMA	224	121	43,0	19	0,61
BC-40	CIMA		103	55,3	17	0,52
BH-56	HONDONADA	261	68	58,8	13	0,34
BH-24	HONDONADA		193	61,1	23	0,97
BL-36	LADERA	155	98	63,3	17	0,49
BL-23	LADERA		57	47,4	11	0,29
BB-38	BASE DE MONTAÑA	98	30	66,7	11	0,60
BB-39	BASE DE MONTAÑA		68	55,9	12	0,34
MAC-3	CIMA	17	17	35,3	6	0,68
MAL-12	LADERA	24	24	45,8	11	0,48
MAB-5	BASE DE MONTAÑA	187	65	10,8	7	1,08
MAB-2	BASE DE MONTAÑA		21	42,9	6	0,84
MAB-13	BASE DE MONTAÑA		26	38,5	10	1,04
MAB-14	BASE DE MONTAÑA		51	21,6	11	0,85
MAB-22	BASE DE MONTAÑA		24	25,0	6	0,48

Tabla 4. Índice de predominio fisionómico en el bosque andino secundario de Chía



Vegetación alianza Myrcianto leucoxylae-Miconion squamulosae	
Myrcianthes leucoxyla	13,06
Miconia squamulosa	69,64
Psychotria boqueronensis	13,87
Myrsine guianensis	17,53
Macleania rupestris	23,14
Oreopanax floribundum	19,30
Hesperomeles goudotiana	3,62
Bosque andino alto de Miconio ligustrinae-Weinmannietum tomentosae	
Weinmannia tomentosa	74,34
Miconia ligustrina	19,11
Diplostephium rosmarinifolium	19,03
Cavendishia bracteata	26,76
Ilex kunthiana	8,74
Myrsine coriacea	3,49
Bosque andino bajo de Daphnopsio caracasanae-Xylosmetum spiculiferae	
Xylosma spiculifera	54,45
Daphnopsis caracasana	28,66
Duranta mutisii	38,11
Piper barbatum	32,30
Viburnum tinoides	27,28
Vallea stipularis	20,57

bosques sobre hondonada presentan entre 13 y 23 especies en los estratos superiores. El I.P.F. mayor lo obtuvieron las especies *Miconia squamulosa, X. spiculifera, Vallea stipularis, W. tomentosa* y *Daphnopsis caracasana*. *Myrcianthes leucoxyla* presenta buena dominancia respecto a las demás especies de la parcela y *C. bracteata* muestra altos valores de área basal.

Hacia la base de la montaña se encontraron 12 especies en los estratos superiores; en orden descendente de I.P.F. figuran *Miconia squamulosa*, *Duranta mutisii* (71.46) la cual aunque con valores bajos en densidad y cobertura logra el más alto valor de dominancia relativa, muy seguramente por el hábito de esta especie que en estos bosques se presenta como una especie subarbórea con muchos fustes y coberturas pequeñas. Siguen en este orden *Daphnopsis caracasana*, *X. spiculifera, Piper barbatum*, *O. floribundum* y *Myrcianthes leucoxyla.*

En síntesis, en el dosel de los bosques de la zona se presentan 41 especies de árboles. Entre las especies que presentaron mayores valores en el análisis de I.P.F. por parcela del bosque andino alto y bajo están *Miconia squamulosa* y *Myrcianthes leucoxyla*. En el bosque andino alto la especie dominante es *W. tomentosa,* seguida por *C. bracteta, Macleania rupestris, Miconia ligustrina y Diplostephium rosmarinifolium,* mientras que en el bosque andino bajo las especies con mayores valores promedio de I.P.F. resultantes fueron *Miconia squamulosa, X. spiculifera, Daphnopsis caracasana, Duranta mutisii y Piper barbatum* dentro de las cinco especies con valores de I.P.F. más altos.

Índice de Valor de Importancia (I.V.I.): la especie con mayores valores en densidad, dominancia y frecuencia relativas es *Miconia squamulosa;* los mayores valores de densidad relativa son para *C. bracteata, Vallea stipularis, W. tomentosa, X. spiculifera* y *Myrsine guianensis*. Otras especies con altos valores de dominancia relativa son *W. tomentosa, X. spiculifera, Durantha mutisii, Piper barbatum, C. bracteata, O. floribundum, Vallea stipularis y Daphnopsis caracasana*. Las especies con mayor frecuencia son *Miconia squamulosa, Myrsine guianensis, O. floribundum, Vallea stipularis, Myrcianthes leucoxyla* y *Hesperomeles goudotiana*. *Weinmannnia tomentosa* obviamente restringe su presencia a bosques de ladera alta y cimas, mientras que especies como *Daphnopsis caracasana, X. spiculifera* y *Cordia cylindrostachya* restringen su distribución a las laderas y parte baja de la montaña. En resumen, las especies con mayor I.V.I. son *Miconia squamulosa, W. tomentosa, X. spiculifera, Vallea stipularis y Myrsine guianensis*, *Piper barbatum*, *Myrcianthes leucoxyla*, *O. floribundum*, *Duranta mutisii*, *Viburnum tinoides*, *Daphnopsis caracasana* y *Miconia ligustrina.* Asimismo, las ericáceas *C. bracteata* y *Macleania rupestris* que debido a su forma de crecimiento casi recostada sobre otras especies y su éxito de propagación muestran alta densidad y dominancia relativa (Tabla 5).

Tabla 5. Índice de valor de importancia en bosques de la Al.Myrciantho leucoxylae-Miconion squamulosae. Calculado en bosques para individuos con D.A.P. ≥ a 2.5 cm.

Especie	**Densidad relativa**	**Dominancia relativa**	**Frecuencia relativa**	**IVI**
Miconia squamulosa	19.86	19.51	5.93	45.30
Myrcianthes leucoxyla	5.07	2.67	4.24	11.98
Psychotria boqueronensis	3.52	0.80	3.39	7.71
Myrsine guianensis	5.49	1.93	5.08	12.51
Macleania rupestris	3.94	1.15	3.39	8.48
Oreopanax floribundum	2.82	3.23	5.08	11.13
Hesperomeles goudotiana	1.83	0.38	4.24	6.45
Weinmannia tomentosa	5.77	17.53	2.54	25.85
Miconia ligustrina	4.65	1.14	2.54	8.33
Diplostephium rosmarinifolium	1.41	2.30	1.69	5.40
Cavendishia bracteata	6.34	5.43	3.39	15.15
Ilex kunthiana	1.97	0.37	2.54	4.89
Myrsine coriacea	1.55	1.28	3.39	6.22
Ageratina asclepiadea	2.39	0.85	3.39	6.64
Clethra fimbriata	1.13	0.09	2.54	3.76
Cevendishia aff. nitida	0.28	0.02	1.69	2.00
Palicourea lineariflora	1.41	0.75	0.85	3.00
Myrica parvifolia	0.70	0.27	0.85	1.82
Pentacalia pulchella	0.85	0.11	0.85	1.80
Ageratina baccharoides	0.56	0.35	0.85	1.76
Befaria aff. congesta	0.42	0.06	0.85	1.33
Axinaea macrophylla	0.14	0.04	0.85	1.03
Palicourea angustifolia	0.14	0.02	0.85	1.00
Rhamnus goudotiana	0.14	0.00	0.85	0.99
Xylosma spiculifera	5.63	14.53	3.39	23.55
Daphnopsis caracasana	2.25	3.10	3.39	8.74
Duranta mutisii	0.99	7.15	1.69	9.83
Piper barbatum	2.68	6.01	3.39	12.07
Vallea stipularis	6.34	3.20	4.24	13.77
Viburnum tinoides	2.68	2.96	3.39	9.03
Cordia cylindrostachya	0.70	1.14	2.54	4.38
Chromolaena sp.3. 174-SC	1.55	0.17	3.39	5.11
Barnadesia spinosa	2.11	0.65	0.85	3.61
Phyllantus salviaefolius	0.42	0.21	1.69	2.33
Piper prunifolium	0.42	0.03	1.69	2.15
Lepidaploa sp.212-SC	0.02	1.69	1.99	3.70
Baccharis sp.	0.56	0.17	1.69	2.42
Lippia hirsuta	0.14	0.12	0.85	1.11

DISCUSIÓN

La vegetación leñosa de la serranía de Chía está representada por parches de matorrales y bosques muy fragmentados que se presentan como un mosaico de varios estados sucesionales a causa de incendios forestales, derrumbes y lavado de los suelos, que junto con la actividad agropecuaria, extractiva (minerales y madera), la plantación de exóticas y la urbanización han transformado drásticamente el paisaje.

Después de clareos intensivos de la vegetación natural y luego de un periodo prolongado de abandono, se establecen estados tempranos e intermedios de la sucesión vegetal como son los matorrales bajos de *Baccharis rupicola* y *D. viscosa* que están conformados principalmente por especies no muy exigentes en cuanto a la estructura y química del suelo, por lo cual llegan a ser las dominantes en abundancia y cobertura, mostrando fisionomía y elementos florísticos afines con otros tipos de vegetación abierta presente en zonas más secas de la Sabana de Bogotá. (Wijninga *et al.* 1989, Van der Hammen 1998), sobre suelos tipo alfisol y precipitación anual inferior a 800 mm, donde el elemento florístico característico son las cactáceas.

Características como suelos superficiales, exposición a fuertes vientos e incidencia solar, sobre cimas y laderas altas de montaña favorecen el establecimiento de los matorrales rosetosos de *Chaetolepis microphylla* y *Espeletiopsis corymbosa* cuya distribución está determinada por quemas que en este sector ocurren principalmente en época de verano (diciembre a marzo). Esta formación vegetal se asocia con el fenómeno de paramización (Van der Hammen 1998), que consiste en la entrada de elementos florísticos de páramo en altitudes inferiores a su ubicación altitudinal normal. Así, terrenos que históricamente estaban cubiertos por plantaciones de eucalipto, matorral alto y bosque secundario de zonas altas, por acción de las quemas redujeron su área de distribución y abrieron el terreno a pioneras del páramo bajo hasta una cota de 2780 m de altitud; las especies de bosque presentes por lo general corresponden a aquellas que sobrevivieron al fuego por poseer estrategias vegetativas de propagación (Vargas 1997).

El matorral alto corresponde a etapas de recuperación intermedia del bosque andino secundario, en ellos la presencia de elementos emergentes (≥ 7 m) puede indicar un proceso avanzado de la sucesión hacia fisionomías de bosque con mejoramiento de las condiciones del suelo, o árboles remanentes que persistieron después de un disturbio (fuego, tala, derrumbe) y que gracias a sus estrategias de hábito de crecimiento (entre ellas la presencia de múltiples troncos) persistieron y continúan en pie. Si estos parches de matorral alto no son afectados por disturbios naturales y hay un activo proceso de formación de suelo, se esperaría que cada vez más especies arbóreas típicas lograran mayor vigor en sus parámetros estructurales y se presentaran como emergentes, con tendencia al cierre del dosel y por tanto disminución de los estratos rasante y herbáceo.

Este tipo de fisionomía vegetal es el más común de las montañas de la sabana de Bogotá, dada la alta intervención humana sobre el bosque nativo original, a pesar de ello por lo general no son mencionados o estudiados a fondo en su estructura, tal vez por su complejidad estructural que en algunos casos los hace impenetrables y por ello son tomados casi despectivamente como rastrojos. No obstante, este tipo de cobertura vegetal es un valioso elemento para la restauración ecológica, los resultados de su análisis estructural y florístico permiten resaltar su importancia en estos ámbitos dada su alta riqueza florística (aprox. 110 especies, (Cortés 1997)) que proporciona una oferta continua de propágulos vegetales de todos los estratos, en muchos casos dispersados por aves y otros grupos faunísticos que allí encuentran una buena oferta de recursos alimenticios y refugio. Estos matorrales también sirven de conexión entre los parches de bosque andino que para esta zona corresponden a etapas serales avanzadas de bosque de zonas semisecas de la Sabana de Bogotá (Cortés *et al.* 1999).

En las zonas más altas (2960m) los restos de bosque andino presentan diferentes grados y tiempo de recuperación que dependen de la prevalencia de entresaca de madera, el pisoteo por presencia de ganado, incendios y derrumbes, junto con la influencia de factores como el clima, la calidad de los suelos y la topografía. Fitosociológicamente están comprendidos dentro del *Weinmannietum,* sintaxón entre 2750 y 3150 m, que correspondería a la vegetación original climácica más frecuente en los declives de las montañas del borde oriental de la Sabana de Bogotá (Cuatrecasas 1934, Van der Hammen & González 1963, Cleef & Hoogiemstra 1984, Cortés *et al.* 1999).

El bosque andino bajo que corresponde a la Asc. Daphnopsio caracasanae-Xylosmetum spiculiferae, (<2850 m), hace parte de los bosques que conformaban la planicie de la sabana de Bogotá y que son menos conocidos que los de las zonas altas, debido al aprovechamiento agrícola y ganadero que los llevó a desaparecer; en cuanto a su estructura han sido sólo caracterizados a grandes rasgos por Cuatrecasas (1934), Van der Hammen *et al.* (inéd.), Cleef & Hooghiemstra (1984) y en mayor detalle por Forero (1965) y Cortés *et al.* (1999).

La presencia de árboles con varios troncos al parecer es muy común en matorrales y bosques andinos, lo cual ha sido documentado en el 40% de las especies arbóreas para bosques del Ecuador (Valencia 1995) y también recientemente en bosques andinos de Venezuela por Schneider (2001) quien encontró una variación entre 18.7 y 62.5% cuando consideró los árboles con al menos dos troncos y 5.3 y 41.7% con árboles de por lo menos tres troncos. Al parecer esta característica estructural se puede tomar como una ventaja para las especies leñosas, ya que por un lado pueden alcanzar la luz en varias direcciones, un factor determinante en bosques muy densos, y por otra parte es un mecanismo de las especies para persistir en caso de la caída de algún árbol, lo cual afectaría la estructura sólo de una parte del individuo, dándole así la opción de supervivencia (Valencia & Jorgensen 1992, Valencia 1995).

El sistema montañoso abordado en este estudio presenta una altura entre 2550 y 3100 m, lo cual implica tener en consideración el gradiente altitudinal y las unidades topográficas presentes y en ellas los procesos de ganancia o pérdida que influencian el desarrollo de los suelos y por tanto de la vegetación que pueda llegar a establecerse. Así, en la topografía de cima de montaña ocurre tanto un proceso de ganancia de elementos por acumulación de materia orgánica, como el de pérdida por lavado del suelo a causa de las precipitaciones. En una topografía plana o cóncava se presenta mayor acumulación y retención de sedimentos, mientras que una cima muy pendiente y convexa se favorece más la pérdida de elementos. La ladera oriental de la serranía se constituye en la zona de mayor pérdida de elementos por causa de la pendiente, el lavado continuo de materiales por parte de la lluvia, la gravedad y la dirección de los vientos, los cuales dada su circulación en la región golpean de frente y de manera continua la montaña; tanto cimas, como laderas presentan una pérdida de humedad destacable por procesos de evapotrans-piración; en contraste las hondonadas coluviales y la base de las montañas o pequeños piedemontes coluviales constituyen lugares de ganancia de materia orgánica y humedad atmosférica ya que en esta topografía se facilita la acumulación de sedimentos y materia orgánica, tal como una trampa de nutrientes y a su vez se favorece la retención de humedad atmosférica con menos pérdida de ella por evapotranspiración.

Estos procesos de ganancia y pérdida pueden por tanto estar influenciando las características estructurales de la vegetación, como ocurre con los bosques de cima y ladera, cuyos valores modales de altura son los más bajos, con baja representación de individuos en las clases de mayor altura, mientras que los bosques de hondonada y de base de montaña tienen una buena representación de individuos en las clases de altura superior respecto al conjunto de bosques (Fig. 2). Las coberturas y el DAP tienen un comportamiento mucho menos notorio en los diferentes bosques. Sin embargo, en la cima la cobertura por individuo se expresa en copas pequeñas y apretadas que hacen el dosel más abierto dentro del conjunto de bosques y los bosques de hondonada muestran mayor representación en las clases intermedias de DAP respecto al conjunto, lo cual implica buen vigor de los árboles censados.

Miconia squamulosa muestra un valor muy alto de densidad y éxito en sus estrategias de propagación. Estos mecanismos también actúan en otros árboles y arbustos que muestran altas densidades y cuyos frutos son atractivos para las aves como son *C. bracteata, Macleania rupestris, Vallea stipularis, X. spiculifera, Myrsine guianensis, Myrcianthes leucoxyla* y *Miconia ligustrina,* no así es el caso de *W. tomentosa* que es anemócora.

AGRADECIMIENTOS

A la fundación ECOSABANA y Fondo FEN por el patrocinio del trabajo de campo, al Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia por las facilidades logísticas proporcionadas y a sus especialistas en botánica. A Thomas Van der Hammen y J.Orlando Rangel por sus importantes aportes logísticos y orientación en la discusión. A Kim Robertson por sus comentarios en algunos apartes geológicos y geomorfológicos del texto.

LITERATURA CITADA

Barkman, J.J. 1979. The investigation of vegetation texture and structure. In: M.J.Werger (ed.). Tge study of vegetation: 123-160. Junk. The Hague- Boston.

Bekker, R.P. & A.M. Cleef. 1985. La vegetación del páramo de LagunaVerde (Municipio de Tausa, Cundinamarca). Análisis Geográficos 14: 193 pp. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.

Cetro de Estudios Sociales CES, Universidad Nacional de Colombia & Servicio Nacional de aprendizaje SENA. 1992. *Hacia donde va la sabana de Bogotá?*. 31 p. Bogotá.

Claro-R, F.A. 1995. *Estudio agroclimático de la cuenca Alta del río Bogotá y del río Ubaté-Suárez-* IDEAM - Bogotá.

Cleef A. M. & H. Hooghiemstra. 1984. Present vegetation of the high plain of Bogotá. H.Hooghiemstra: Vegetational and climatic history of the high plain of Bogotá. Dissertations Botanicae 78: 42-66.

Cortés-S. S., P. 1997. *Contribuciones al estudio de la diversidad florística en el sector Cerro Manjuy, parte baja de la Cuenca del río Frío Municipio de Chía*. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia (inédito). Bogotá.

Cortés-S. S., P., T., Van der Hammen & O. Rangel-Ch. 1999. Comunidades vegetales y patrones de degradación y sucesión en la vegetación de los cerros occidentales de Chía-Cundinamarca. Colombia. Revista Acad. Colomb. Cienc. 23 (89):529-554.

Cuatrecasas, J. 1934. Observaciones geobotánicas en Colombia. Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie Botánica 27. Madrid.

Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Revista Acad. Colomb. Cienc. 10 (40): 221-268.

FINOL, H. 1976. Estudio fitosociológico de las unidades 2 y 3 de la reserva forestal de Carapo, Estado de Barinas. Acta Bot. Venez. 10 (1-4): 15 – 103.

FORERO, E. 1965. *Estudio Fitosociológico de un bosque subclimácico en el altiplano de Bogotá*. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia (inédito). Bogotá.

FRANCO, P. 1982. *Estudios fitoecológicos del parque natural Chingaza*. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia (inédito). Bogotá.

FRANCO, P., J.O. Rangel-Ch. & G. Lozano-C. 1986. Estudios ecológicos en la cordillera Oriental II. Las comunidades vegetales de los alrededores de la Laguna de Chingaza. Caldasia **15**(71-75): 219-248.

IGAC-ORSTROM. 1984. E*studio Regional Integrado del Altiplano Cundiboyacense, Sabana de Bogotá*. Bogotá.

GAVIRIA, S. 1998. *Mapa de genética de suelos en la Sabana de Bogotá. 1:100.000.* Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Bogotá.

LOZANO G. & R. SCHNETTER. 1976. Estudios ecológicos en el páramo de Cruz Verde. Colombia II. Las comunidades vegetales. Caldasia 11 (54): 53-68. Bogotá.

MATEUCCI, S.D & A. COLMA. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la O.E.A.* Monografía nº 22. Washington. D.C.

MORA-OSEJO, L.E. & H. STURM. 1994 (eds). Estudios ecológicos del páramo y del bosque alto andino cordillera oriental de Colombia. Tomo I y II. Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Colección Jorge Álvarez Lleras N°6. Bogotá.

RANGEL-CH., J. O. 1991. *Vegetación y ambiente en tres gradientes montañosos de Colombia.* Tesis doctoral. Universidad de Amsterdam. Amsterdam.

RANGEL-CH.,J.O., & J. AGUIRRE-C. 1986. Estudios ecológicos en la cordillera oriental colombiana III. Vegetación de la cuenca del Lago de Tota (Boyacá). Caldasia 15 (71-75): 263-312.

RANGEL-CH., J.O., & G. LOZANO. 1986. Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el Volcán del Puracé. Caldasia 14 (68-70): 503-547.

RANGEL-CH., J.O., & A. VELÁZQUEZ. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. Pp. 59-87. En: J.O. Rangel-Ch (ed.), *Diversidad Biótica II.* Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

RANGEL- CH., J.O., & A. GARZÓN, 1994. Aspectos de la estructura de la diversidad y de la dinámica de la vegetación del Parque regional de Ucumarí. En J.O.Rangel, (ed.) Ucumarí un caso típico de La diversidad biótica Andina: 85-108.Publicaciones de la CARDER. Pereira.

RANGEL-CH., J.O. & C.L. ARIZA-N., 2000. Nuevos tratamientos sobre la vegetación del páramo. En J.O.Rangel, (ed.), *Colombia diversidad Biótica III:* La región de vida paramuna. 720-753. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

SÁNCHEZ-M., R. & J.O. RANGEL-CH. 1990. Estudios fitoecológicos en la cordillera Oriental Colombiana V. Análisis fitosociológicos de la vegetación de los depósitos turbosos paramunos de los alrededores de Bogotá. Caldasia 16 (77): 155-192.

SCHNEIDER, J.V. 2001. *Diversity, structure and biogeography of a succesional and mature upper montane rain forest of the Venezuelan Andes (La Caña, Valle de San Javier, Merida state).* Tesis de doctorado. Johann Wolfgang Goethe-Universitat, Frankfort.

STURM, H. & J.O. RANGEL-CH. 1985. Ecología de los páramos andinos: una visión preliminar integrada. Biblioteca J.J. Triana, N° 9: 292pp. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

VALENCIA, R. & P. JORGENSEN. 1992. Composition and structure of a humid montane forest on Pasochoa volcano, Ecuador. Nordic J. Bot. 12: 239-247.

VALENCIA, R. 1995. Composition and structure of an andean forest fragment in eastern

Ecuador. En: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L Luteyn (eds.), Biodiversity and Conservation of Neotropical montane forests: 239-249. The New York Botanical Garden. Nueva York.

Van der Hammen & E. González. 1963. Historia del clima y vegetación del Pleistoceno superior y del Holoceno de la Sabana de Bogotá. Boletín Geológico 11 (1-3) : 189-266.

Van der Hammen, T. 1998. Plan Ambiental de la Cuenca Alta del Río Bogotá. Análisis de la problemática y soluciones recomendadas. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR. Bogotá.

Vargas, O. & S. Zuluaga. 1980. *Contribución al estudio fitoecológico de la región de Monserrate.* Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia (inédito). Bogotá.

Vargas-R., O. 1997. Un modelo de sucesión – regeneración de los páramos después de quemas. Caldasia 19 (1-2): 331-345.

Vargas-R., O. & D. Rivera . 1991. Comunidades vegetales del Parque Nacional Natural Chingaza: Sector I Río La Playa-Río Guatiquía (resultados preliminares). Cuad. Divulg. Univ. Javeriana 23: 1-74.

Vega ,R. & J.A. González. 1984. *Estudio de las posibilidades de agua subterránea en el área de Chía.* Trabajo de grado. Departamento de Geología. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Wijninga, V. M., Rangel, O. & Cleef, A.M. 1989. Botanical ecology and conservation of the Laguna de la Herrera (Sabana de Bogotá, Colombia). Caldasia. 16 (76): 23-40.

Recibido: 05/03/2002
Aceptado: 31/01/2003